

Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics

www.renhyd.org



Perfil nutricional y dializabilidad de minerales de alimentos de interés social

María Gimena Galán^{a,b,*}, Rolando José González^a, Silvina Rosa Drago^{a,b}

^a Instituto de Tecnología de Alimentos, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina.

^b Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

* Autor para correspondencia:

Correo electrónico: gimegalan@hotmail.com (M. G. Galán).

Recibido el 5 de octubre de 2012; aceptado el 12 de febrero de 2013.

➤ Perfil nutricional y dializabilidad de minerales de alimentos de interés social

PALABRAS CLAVE

Alimentos de Interés Social;

Bioaccesibilidad de minerales;

Digestibilidad proteica;

Perfil nutricional.

RESUMEN

Introducción: evaluar la composición, digestibilidad proteica (DP) y bioaccesibilidad de Fe, Zn y Ca (antes y luego de la cocción) de *Alimentos de Interés Social* (AIS).

Material y Métodos: se analizaron 4 AIS. La composición se determinó según AOAC (2000). La bioaccesibilidad de minerales se estimó a través del porcentaje del mineral dializado, luego de un proceso de digestión que simula los procesos gastrointestinales. El aporte potencial (AP) de minerales se estableció como el producto de su concentración y dializabilidad. La DP se determinó por digestión enzimática y midiendo el incremento del nitrógeno no proteico.

Resultados: la composición de AIS fue la siguiente: proteínas: 11,53-24,67g/100g; grasa: 4,31-8,46g/100g; cenizas: 2,95-3,66g/100g; fibra dietaria: 0,6-4g/100g; carbohidratos: 49,38-60,37g/100g; energía: 366,05-389,38Kcal/100g; Fe: 28,91-60,41mg/Kg; Zn: 5,99-33,08mg/Kg; Ca: 1127,69-417,39mg/Kg; Na: 2517,21-13217,50mg/Kg. La DP estuvo en un rango de 58-92%. Los alimentos cocidos presentaron una bioaccesibilidad de Fe y Zn menor que los alimentos crudos, lo cual puede atribuirse, en el caso del Fe, a la pérdida de ácido ascórbico que se produce durante la cocción, y para el Zn a interacciones con otros componentes de la matriz alimentaria que dificultan su liberación durante los procesos digestivos. Según su AP, los AIS cubrirían entre un 10-26% los requerimientos de Fe, 6-8% de los requerimientos de Ca y 2-34% de los requerimientos de Zn.

Conclusiones: los AIS, poseen un buen balance nutricional. La disponibilidad de minerales de los AIS fue muy buena y se redujo ligeramente al ser cocidos.

Nutritional profile and mineral dializability from social foods

KEYWORDS

Social Food;
Mineral
bioaccessibility;
Protein
digestibility;
Nutritional profile.

ABSTRACT

Introduction: the aims were to assess the composition, protein digestibility (PD) and bioaccessibility of Fe, Zn and Ca (before and after cooking) of Social Foods (SF).

Material and Methods: four SF were analyzed. The composition was determined according to AOAC (2000). Mineral bioaccessibility was estimated by the percentage of dialysated mineral after a digestion process that simulates gastrointestinal processes. Potential contribution (PC) of each mineral was established as the product of its concentration and dialyzability. The PD was determined by enzymatic digestion by measuring the increase of non-protein nitrogen.

Results: the SF composition was as follows: proteins: 11.53-24.67g/100g; fat: 4.31-8.46g/100g; ash: 2.95-3.66g/100g; dietary fiber: 0.6-4g/100g; carbohydrates: 49.38-60.37g/100g; energy: 366.05-389.38Kcal/100g; Fe: 28.91-60.41mg/kg; Zn: 5.99-33.08mg/Kg; Ca: 1127.69-417.39mg/kg; Na: 2517.21-13217.50mg/Kg. The PD ranged from 58 to 92%. Cooked foods presented a Fe and Zn bioaccessibility lesser than raw foods, which can be attributed in the case of Fe to the loss of ascorbic acid occurring during cooking process, and for Zn to the interaction of Zn with food matrix components that hinder its release during the digestive process. According to PC, the FSI cover between 10-26%, 6-8% and 2-34% of Fe, Ca and Zn requirements, respectively.

Conclusions: Social Foods have a good nutritional balance. Mineral bioaccessibility was very good and was reduced slightly by cooking.

INTRODUCCIÓN

Los Alimentos de Interés Social (AIS) son aquellos de consumo masivo, de alta aceptabilidad, pero con valor nutricional mejorado y de bajo costo, que aseguren un adecuado aporte de nutrientes, a fin de contribuir a un buen estado nutricional. Para su elaboración, resulta indispensable la utilización de tecnologías apropiadas y la optimización de la eficacia nutricional mediante la fortificación con minerales, vitaminas y la utilización de proteínas de buena calidad¹.

Sin embargo, estos alimentos constituyen una mezcla compleja de nutrientes que pueden interactuar con los minerales modificando su absorción². Por otro lado, la absorción de minerales también puede verse afectada por los procesos de cocción que sufren los alimentos previo a su consumo.

Los minerales son nutrientes esenciales que intervienen en más de un centenar de reacciones enzimáticas, además de ejercer funciones en la síntesis de macronutrientes y en procesos fisiológicos en el organismo humano³. La absorción de los minerales depende no sólo del contenido del mineral y su forma química en el alimento en particular, sino también de otros componentes del mismo, del resto de la ración, de factores fisiológicos del individuo, así como de interacciones entre elementos⁴. En consecuencia, para estimar la eficacia del aporte de un elemento traza por la dieta no basta con determinar el contenido total, sino que es necesario conocer qué cantidad se absorbe y se utiliza, o sea, lo que se conoce como biodisponibilidad⁵.

Una de las técnicas *in vitro* que puede ser utilizada como un estimador de la disponibilidad o bioaccessibilidad es la dializabilidad de un mineral en particular. Esta es la proporción de un elemento que difunde a través de una membrana semipermeable durante una simulación de digestión gastrointestinal, después de un período que permitiría llegar al equilibrio⁶. Aunque ningún método *in vitro* puede reproducir las condiciones fisiológicas imperantes en los estudios *in vivo*, la técnica de dializabilidad demostró resultados similares a los obtenidos en estudios en humanos para hierro⁷. Si bien sólo ha sido validado para el hierro, se utiliza también para medir disponibilidad de otros minerales tales como Zn, Ca, Mg y Cu. Con respecto a zinc y calcio, varios autores observaron que esta técnica ha mostrado una buena correlación con estudios *in vivo*⁸.

El presente trabajo tiene por objetivo evaluar la composición, digestibilidad proteica y dializabilidad como estimador de la bioaccessibilidad de Fe, Zn y Ca (antes y luego de la cocción) de 4 productos elaborados por la Planta de Alimentos Nutritivos de la Universidad Nacional del Litoral (UNL).

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestras:

Se analizaron 4 alimentos de interés social (AIS) elaborados por la Planta de Alimentos Nutritivos de la UNL (Santa Fe, Argentina): guiso de arroz (GA), guiso de lentejas (GL), guiso

de fideos (GF) y arroz cuatro quesos (AQ). Se registraron los ingredientes utilizados en la formulación, declarados obligatoriamente en el envase, en orden decreciente de proporciones. Las determinaciones analíticas se practicaron sobre un pool de cada alimento, las cuales fueron homogeneizadas en un molino de laboratorio Tipo Molab Decalab® y conservadas en refrigeración hasta su análisis.

Composición centesimal:

La composición centesimal fue determinada según AOAC⁹. Se utilizó el factor de 6,25 para la conversión de nitrógeno a proteínas. Los carbohidratos se determinaron por diferencia. Para el cálculo del contenido energético se utilizaron los factores de Atwater¹⁰.

Contenido de minerales (Fe, Zn Y Ca):

Para determinar la concentración de minerales se pesó una cantidad apropiada de muestra y se carbonizó y llevó a mufla a 550°C durante 4 horas. Las cenizas fueron levantadas con 10 ml de HCl 10% (v/v). Luego se determinó el contenido de Fe, Ca y Zn por espectrofotometría de absorción atómica, utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica Analyst 300 (Perkin Elmer).

Determinación de la bioaccesibilidad y aporte potencial de Fe (%DFe, APFe), Zn (%DZn, APZn) y Ca (%DCa, APCa):

La determinación de la bioaccesibilidad de minerales fue realizada en las muestras crudas y en las muestras cocidas según las indicaciones del rótulo. En ambos casos, las muestras fueron molidas y homogenizadas adecuadamente. Para estimarla, se utilizó la técnica de dializabilidad de Miller y col.¹¹ modificada por Drago y col.¹². El contenido de Fe, Zn y Ca se determinó por espectroscopia de absorción atómica. La disponibilidad de cada mineral (%DM) se calculó como el porcentaje de mineral (M) dializado en relación al contenido de mineral total en la muestra.

$$\%DM = (\text{mg M dializado} / \text{mg M muestra}) \times 100$$

El aporte potencial (AP) se calculó considerando una ración de 100 g de producto crudo, que corresponde a 400 g cocido, y utilizando la siguiente fórmula:

$$AP = \text{concentración M} \times \%DM \times \text{ración (g)}$$

Digestibilidad Proteica (DP):

La DP se determinó según Rudloff y Lönnnerdal¹³ y se definió como el aumento de nitrógeno no proteico (NNP) luego de la digestión, en relación con el nitrógeno total (NT).

$$DP\% = 100 \times \Delta \text{ NNP} / (\text{NT} - \text{NNP})$$

Perfil nutricional:

Se adoptó el criterio de comparar el aporte calórico de cada macronutriente en el producto (E%, distribución energética porcentual) con las recomendaciones generales para la energía de la dieta de la FAO/OMS 2003¹⁴. Éstas establecen que las proteínas deben aportar entre el 10-15% de las calorías totales, que las grasas encuentren en el rango de 15-30% y que los carbohidratos deben fluctuar entre 55 y 75%. La E% de cada muestra se calculó en base a la composición centesimal: proteínas (P%), grasas (F%) y carbohidratos (CH%).

Análisis estadísticos:

Todas las determinaciones fueron realizadas por triplicado. Para el estudio estadístico de cada uno de los puntos tratados en el presente trabajo se realizó un Análisis de la Varianza (ANOVA) seguido por el test LSD (least significant difference) para comparar medias al 95% de confianza, utilizando el programa Statgraphics Plus 5.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ingredientes

La lista de ingredientes utilizados en la formulación de cada AIS y declarados por el fabricante en el rótulo, en orden relativo decreciente de proporciones, se presenta en la Tabla 1.

Se puede observar que son productos a base de cereales (arroz, fideos) o leguminosas (lentejas). Todos contienen concentrado de proteínas lácteas solubles (WPC), consideradas como una fuente proteica de alto valor biológico. Otra fuente proteica declarada fue el concentrado de proteínas vegetales, que mejora la calidad del producto ya que se logra un aumento tanto de la cantidad como de la calidad proteica, en relación con los cereales. En todos los casos se utilizó aceite de girasol como fuente lipídica. GA, GF y AQ fueron fortificados con hierro, que es un nutriente crítico, principalmente en la infancia. GL no estaba fortificado, debido a que las lentejas presentan alto contenido de hierro. El GA, GF y GL contuvieron sulfato ferroso, mientras que el AQ contenía bisglicinato de hierro, y en todos los casos fue declarada la incorporación de ácido ascórbico, agregado como promotor de la absorción de hierro⁴.

La vida útil declarada en los rótulos de los alimentos fue de 180 días a partir de la fecha de elaboración.

El tamaño de la porción recomendado fue de 100 g de alimento seco. Ninguno de los productos contiene sal agregada ya que la Planta de Alimentos de la UNL se ha adherido a la Campaña Nacional "Menos Sal Más Vida", promovida por el Ministerio de Salud de la Nación Argentina.

Tabla 1. Lista de ingredientes utilizados en la formulación de los Alimentos de Interés Social (AIS) declaradas en el rótulo en orden relativo decreciente de proporciones.

Ingredientes	GA	GL	GF	AQ
1º	Arroz	Lentejas	Fideos secos	Arroz
2º	WPC	Aceite de girasol	Aceite de girasol	WPC
3º	Vegetales deshidratados	Vegetales deshidratados	Concentrado de proteínas vegetales	Aceite de girasol
4º	Aceite de girasol	Concentrado de proteínas vegetales	WPC	Cebolla deshidratada
5º	Especias	WPC	Vegetales deshidratados	Almidón de mandioca
6º	Aromatizante	Especias	Especias	Aromatizante
7º	Sulfato ferroso	Aromatizante	Aromatizante	Glutamato monosódico
8º	Ácido ascórbico	Ácido ascórbico	Sulfato ferroso	Bisglicinato de hierro
9º			Ácido ascórbico	Ácido ascórbico

GA: guiso de arroz; GL: guiso de lentejas; GF: guiso de fideos; AQ: arroz cuatro quesos; WPC: concentrado de proteínas lácteas solubles.

Composición centesimal

La composición centesimal y el valor energético de AIS se muestran en la Tabla 2.

Las muestras presentaron una humedad cercana a 10%, siendo éste un valor reconocido como adecuado para la conservación de este tipo de productos para impedir el crecimiento microbiano y fúngico¹⁵.

El contenido de proteínas encontrado estuvo en el rango de 11,53 – 24,67 g/100 g, siendo mayor en el GL, que contiene leguminosas, en comparación con el resto de los productos elaborados con cereales.

Los niveles de grasa fueron hallados en un rango de 4,31 – 8,46 g/100 g. La fibra dietaria estuvo comprendida en un rango de 0,6 – 4 g/100 g, correspondiendo el mayor al GL. Los carbohidratos se encontraron en un rango de 49,38 – 60,37 g/100 g. El valor de las cenizas estuvo comprendido en un rango de 2,95 – 3,66 g/100 g. Por su parte, la E% estuvo en el rango de 366,05 – 389,38 Kcal/100 g.

Perfil nutricional

Si bien la densidad calórica ha sido uno de los parámetros de clasificación de los alimentos¹⁶, otro criterio actualmente utilizado en algunos países, que permite independizarse del contenido de agua, es el aporte energético de los macronutrientes en el producto (E%) o distribución energética porcentual¹⁴. En la Tabla 2 se muestra la distribución de la energía total (E%) según macronutrientes: proteínas (P%), grasas (F%) y carbohidratos (CH%). Los resultados de cada uno de los AIS permitieron observar que sólo en el AQ se cumple la recomendación de la OMS de contenido de proteínas

(10 – 15% de las Kcal totales), mientras que los 3 alimentos restantes tienen un contenido mayor. Esto podría resultar beneficioso ya que estos alimentos están dirigidos a poblaciones de bajos recursos. Por otro lado, dos de los AIS (GL y AQ) contuvieron valores de grasas (F%) inferiores al 30% recomendado por la FAO/OMS. Por último, en cuando a los carbohidratos (CH%), solo el GL mostró un contenido inferior al recomendado (55 – 75% de las Kcal totales).

Por otro lado, se evaluó el porcentaje de las recomendaciones nutricionales que serían cubiertos con una porción de estos alimentos¹⁴, teniendo en cuenta que el tamaño de la porción declarada corresponde a 100 g de alimento seco. Las recomendaciones de energía son cubiertas en un $18,58 \pm 0,54\%$, las proteínas en un $23,82 \pm 7,47\%$, los carbohidratos en $20,31 \pm 2,78\%$ y por último las grasas en un $11,79 \pm 4,14\%$. Teniendo en cuenta que en un almuerzo escolar se incluye pan y postre, además del alimento principal, con una porción de estos AIS se estaría cubriendo un porcentaje importante de las recomendaciones nutricionales.

Contenido de minerales

El contenido de Fe, Zn, Ca y Na se muestra en la Tabla 2.

El contenido de Fe de los AIS se encontró en el rango de 28,91 - 60,41 mg/Kg. Para el caso del Zn, los valores se hallaron entre 5,99 - 33,08 mg/Kg. El contenido de Ca se encontró en un rango de 1127,69 - 1417,39 mg/Kg. Por su parte, el Na se halló en un rango de 2517,21 - 13217,50 mg/Kg. El nivel elevado de Na observado en el AQ, posiblemente se debe a que contiene una alta proporción de WPC. Mientras que el contenido de Na de los otros tres productos puede ser considerado bajo, lo cual es coherente con la declaración de "no contiene sal agregada".

Tabla 2. Composición centesimal (g/100g), Valor energético (Kcal/100g), Distribución de la energía total (E%) según Macronutrientes y Contenido de minerales (mg/Kg) en Alimentos de Interés Social.

Composición	GA	GL	GF	AQ
Humedad	9,77 ± 0,02	10,21 ± 0,04	9,52 ± 0,04	10,54 ± 0,12
Proteínas	15,68 ± 0,22	24,67 ± 0,24	19,60 ± 0,44	11,53 ± 0,12
Grasas	8,46 ± 0,01	8,45 ± 0,06	4,31 ± 0,02	4,72 ± 0,02
Fibra	0,60 ± 0,01	4,00 ± 0,03	1,20 ± 0,02	1,20 ± 0,02
Cenizas	3,17 ± 0,02	3,66 ± 0,04	3,24 ± 0,00	2,95 ± 0,00
Carbohidratos*	62,63	49,38	62,43	69,37
VE	389,38	372,23	366,94	366,05
E%				
P%	16,11	26,51	21,37	12,60
F%	19,55	20,43	10,57	11,60
CH%	64,34	53,06	68,05	75,80
Minerales				
Fe	47,21 ± 0,25 ^b	58,87 ± 2,18 ^d	51,70 ± 0,19 ^c	29,25 ± 0,47 ^a
Zn	11,65 ± 0,29 ^c	33,06 ± 0,02 ^d	10,41 ± 0,09 ^b	6,11 ± 0,16 ^a
Ca	1296,20 ± 7,40 ^b	1147,90 ± 28,58 ^a	1358,86 ± 17,55 ^c	1407,01 ± 14,68 ^c
Na	2558,30 ± 58,11 ^a	3735,75 ± 3,52 ^b	2941,01 ± 50,59 ^a	13000,98 ± 306,21 ^c

X±SD. Letras distintas en cada fila indican diferencias significativas (p<0,05).

GA: guiso de arroz; GL: guiso de lentejas; GF: guiso de fideos; AQ: arroz cuatro quesos; VE: Valor energético; * Calculado por diferencia. Distribución de la energía total (%E) según macronutrientes: proteínas (P%), grasas (F%) y carbohidratos (CH%).

Digestibilidad proteica

La digestibilidad proteica de los AIS fue la siguiente: GA: 87,66 ± 2,25%; GL: 58,00 ± 1,64%; GF: 91,94 ± 1,10% y AQ: 87,13 ± 1,76.

Teniendo en cuenta que estos alimentos son a base de cereales y leguminosas, los valores hallados de digestibilidad proteica concuerdan con los hallados en la bibliografía¹⁷. El valor más bajo de digestibilidad de las proteínas del GL puede ser atribuido a varios factores, tales como la estructura proteica más compacta en las leguminosas¹⁸ y la presencia de otros componentes (minerales, fibra y fitatos).

La digestibilidad de las proteínas se considera como un indicador de su calidad. Se sabe que los alimentos de origen animal presentan mayor digestibilidad que los de origen vegetal. Esto se ha atribuido, entre otros factores, a la ausencia de fibra en los alimentos de origen animal, lo que hace que la velocidad de tránsito intestinal sea menor y en consecuencia, se obtenga una mayor absorción de nutrientes¹⁷. Además, la estructura terciaria de las proteínas animales es menos compleja que la de los vegetales, por lo que son más fácilmente digeridas por las enzimas gastrointestinales. Otros factores que disminuyen la digestibilidad proteica de los alimentos de origen vegetal son algunos componentes, tales como los inhibidores de proteasas y taninos.

Bioaccesibilidad y aporte potencial de minerales. Efecto de la cocción

En la Tabla 3 se muestra la dializabilidad de minerales (Fe, Zn y Ca) de los AIS antes y después de ser cocidos según las indicaciones del rótulo.

Los valores de dializabilidad de Fe, Zn y Ca son similares a los descriptos en otros trabajos^{19, 20}.

En general, los alimentos cocidos presentaron una bioaccesibilidad de Fe menor que los alimentos crudos, lo cual puede atribuirse a la pérdida de ácido ascórbico que se produce durante el proceso de cocción. Por otro lado, para Zn también se observó una disminución en su bioaccesibilidad por la cocción. Este efecto ya ha sido observado por Drago y col.²¹ y podría ser atribuido a interacciones del zinc con otros componentes de la matriz alimentaria que dificultan su liberación durante los procesos digestivos.

El Aporte Potencial de Fe (APFe), Zn (APZn) y Ca (APCa) correspondiente a una ración a 100 g del alimento seco, expresado como µg del mineral se muestra en la Tabla 3.

La IDR (Ingesta Diaria Recomendada) de un nutriente está siempre por encima de sus necesidades reales, ya que la recomendación nutricional se calcula teniendo en cuenta el requerimiento y utilizando factores relacionados con aspectos ambientales, la variabilidad individual y la biodisponibilidad

Tabla 3. Bioaccesibilidad de minerales de Alimentos de Interés Social crudos y cocidos y Aporte Potencial de minerales para una ración de 100 g.

	GA	GL	GF	AQ
%DFe *	14,09 ± 0,14 ^a	2,83 ± 0,12 ^a	11,49 ± 0,21 ^a	21,28 ± 0,99 ^a
%DFe **	12,65 ± 0,64 ^b	3,07 ± 0,14 ^a	9,23 ± 0,48 ^b	16,51 ± 0,79 ^b
APFe (μg)	473,16	181,73	456,11	418,49
%DZn *	27,26 ± 0,53 ^a	27,90 ± 0,32 ^a	30,41 ± 0,42 ^a	18,94 ± 0,49 ^a
%DZn **	28,50 ± 1,30 ^a	20,94 ± 0,28 ^b	25,40 ± 0,88 ^b	10,61 ± 0,69 ^b
APZn (μg)	295,31	742,88	246,65	62,24
%DCa *	23,37 ± 0,71 ^a	23,61 ± 0,59 ^a	17,29 ± 0,68 ^a	16,64 ± 0,69 ^a
%DCa **	22,03 ± 1,00 ^a	23,35 ± 0,61 ^a	11,46 ± 0,50 ^b	16,48 ± 0,65 ^a
APCa (μg)	24093,67	24798,62	15120,05	18012,76

X±SD. Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas (p<0,05).

GA: guiso de arroz; GL: guiso de lentejas; GF: guiso de fideos; AQ: arroz cuatro quesos.

%DFe: dializabilidad porcentual de Fe; %DZn: dializabilidad porcentual de Zn; %DCa: dializabilidad porcentual de Ca.

APFe: aporte potencial de Fe; APZn: aporte potencial de Zn; APCa: aporte potencial de Ca.

*Alimentos crudos; **Alimentos cocidos.

del nutriente en la dieta²². La expresión del Aporte Potencial de un nutriente tiene en cuenta su disponibilidad y por lo tanto su aporte a partir de un alimento en particular.

Teniendo en cuenta que se estima que la absorción diaria de 1,8 mg de Fe cubre las necesidades del 80-90% de las mujeres adultas y de adolescentes de ambos sexos²³, se puede considerar que la porción considerada de los AIS (100 g) aportan los siguientes porcentajes de dicho requerimiento: GA: 26,29%; GL: 10,09%; GF: 25,34%; AQ: 23,25%. Por otro lado, teniendo en cuenta que las pérdidas inevitables de Ca en el adulto se encuentran alrededor de 300 mg/día²⁴, se cubrirían los siguientes porcentajes de esas pérdidas: GA: 8,03%; GL: 8,26%; GF: 5,04%; AQ: 6,00%. Por último, los requerimientos de Zn son de 2,2 mg/día²⁴, por lo cual se estarían cubriendo los siguientes porcentajes de este requerimiento: GA: 13,43%; GL: 33,76%; GF: 11,21%; AQ: 2,82%.

CONCLUSIONES

Los productos elaborados por la Planta de la UNL, poseen un buen balance nutricional. No obstante sería recomendable fortificar con mayor proporción de ácido ascórbico al guiso de lentejas para mejorar la bioaccesibilidad del Fe y con sulfato de Zn al arroz 4 quesos, para mejorar el aporte de este mineral.

Si bien este trabajo se limita al estudio de cuatro alimentos específicos, la metodología propuesta permite valorar aspectos nutricionales de alimentos de manera *in vitro*, de tal manera que se puedan realizar correcciones en la formulación para optimizar el aporte de nutrientes. Esto resulta

de suma importancia cuando se desarrollan alimentos destinados a poblaciones de riesgo de deficiencias nutricionales para programas nacionales de intervención dietaria.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores expresan que no hay conflictos de intereses al redactar el manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

1. Sánchez HD, Osella CA, De La Torre MA, González RJ, Sbodio OA. Estudio nutricional relativo a proteína, energía y calcio en niños que concurren a comedor escolar. Arch Latinoam Nutr. 1999; 49(3): 218-222.
2. Harvey L. Mineral bioavailability. Nutr Food Sci. 2001; 31: 179-82.
3. Bueno L. Efeito do triglicerídeo de cadeia média, fibra e cálcio na disponibilidade de ferro, magnésio e zinco em uma formulação de alimentação enteral com otimização conjunta para os três minerais. Ciênc Tecnol Aliment. 2008; 28: 125-134.
4. Hurrell RF y Egli I. Iron bioavailability and dietary reference values. Am J Clin Nutr. 2010; 91(5): 1461S-7S.
5. O'Dell BL. Bioavailability of trace elements. Nutr Res. 1984; 42: 301-306.
6. Ummadi P, Chenoweth WL, Uebbersax MA. The influence of extrusion processing on iron dialyzability, phytates and tannins in legumes. J Food Process Pres. 1995; 19(2): 119-31.
7. Schriker BR, Miller DD, Rasmussen RR, Van Campen D. A comparison of in vivo and in vitro methods for determining availability of iron from meals. Am J Clin Nutr. 1981; 34(10): 2257-63.
8. Berganza BF, Moran AW, Rodriguez G, Coto NM, Santa María M, Bressani R. Effect of variety and location on the total fat,

- fatty acids and squalene content of amaranth. *Plant Food Hum Nutr.* 2003; 58(3): 1-6.
9. AOAC Association Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis*, 17th edn. Washington, DC; 2002.
10. Maynard LA. The Atwater system of calculating the caloric value of diets. *J Nutr.* 1944; 28: 443-452.
11. Miller DD, Schricker BR, Rasmussen RR, Van Campen D. An in vitro method for estimation of iron availability from meals. *Am J Clin Nutr.* 1981; 34(10): 2248-56.
12. Drago SR, Binaghi MJ, Valencia ME. Effect of gastric digestion pH on iron, zinc and calcium availability from preterm and term starting infant formulas. *J Food Sci.* 2005; 70: S107-12.
13. Rudloff S y Lönerdal B. Solubility and digestibility of milk proteins in infant formulas exposed to different heat treatments. *J Pediatric Gastroenterol Nutr.* 1992; 15(1): 25-33.
14. World Health Organization (WHO). *Diet, Nutrition and Prevention of Chronic Diseases*. WHO Technical Report Series 916. Geneva: WHO; 2003.
15. Estévez AM, Escobar BA Ugarte V. Utilización de cotiledones de algarrobo (*Prosopis chilensis*) en la elaboración de barras de cereales. *Arch Latinoam Nut.* 2000; 50(2): 148-51.
16. Torresani ME; Somoza MI. *Lineamientos para el Cuidado Nutricional*. 2ª Edición. Buenos Aires: Editorial Eudeba; 2003.
17. Hernández M, De la Vega A, Sotelo A. Determinación de la Digestibilidad Proteinica in vitro e in vivo en Cereales y Leguminosas Crudos y Cocidos. *Arch Latinoam Nutr.* 1984; 24(3): 515-22.
18. Balandrán-Quintana RR, Barbosa-Cánovas GV, Zazueta-Morales JJ, Anzaldúa-Morales A y Quintero-Ramos A. Functional and Bean Meal (*Phaseolus Vulgaris* L.). *J Food Sci.* 1998; 63(1): 113-16.
19. Dyner L, Drago SR, Piñeiro A, Sanchez H, González R, Villaamil E, et al. Composición y aporte potencial de hierro, calcio y zinc de panes y fideos elaborados con harinas de trigo y amaranto. *Arch Latinoam Nutr.* 2007; 57: 69-78.
20. Drago SR, González RJ, Chel-Guerrero L and Valencia ME. Evaluación de la disponibilidad de minerales en harinas de frijol y en mezclas de maíz/frijol extrudidas. *Inf Tecnol.* 2007; 18: 41-6.
21. Drago S, Lassa S, De Greef DM, González RJ, Valencia M. Efecto de la cocción sobre la disponibilidad de minerales de harinas de leguminosas (*Phaseolus lunatus*). XXVIII Reunión Anual de CASLAN. XXII Jornadas Regionales de Bromatología y VII de Nutrición. Gualeguaychú, Entre Ríos, 13 y 14 de octubre de 2005.
22. Ziegler EE y Filer LJ. *Conocimientos Actuales sobre nutrición*, 7ª ed. Washinton DC: OMS. ILSI Pub Cientif; 1990.
23. Monsen ER. Estimation of available dietary iron. *Am J Nutr.* 1978; 31(1): 134-41.
24. Martín de Portela ML. *Vitaminas y minerales en nutrición*, 1ª ed. Buenos Aires: Libreros López Editores; 1993.